

PROGETTO DEFINITIVO

CUP: H91J12000770005

CIG: 9524700F13

TRANVIA DI FIRENZE

LINEA 4.2

LE PIAGGE - CAMPI BISENZIO

SOTTOSERVIZI

INQUADRAMENTO GENERALE

ELABORATI GENERALI

Relazione tecnica

STAZIONE APPALTANTE – COMUNE DI FIRENZE		
DIRETTORE DEL SETTORE Ing. Michele Priore	RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO Ing. Filippo Martinelli	DEC Ing. Andrea Adinolfi

APPALTATORE	GRUPPO DI PROGETTAZIONE	
MANDATARIA 	MANDATARIA 	
MANDANTI   	MANDANTI       	
	Responsabile Integrazione Prestazioni Specialistiche  Ing. Filippo Busola	Progettista Ing. G. Parietti

Commessa				Fase	Origine	Ambito		Disciplina		Attività		Parte d'opera			Tipologia		Progressivo		Rev.	Scala
F	L	4	2	D	E	S	S	G	G	0	0	S	O	T	R	T	0	1	B	-
REVISIONE		DATA		DESCRIZIONE						SOCIETÀ		REDATTO		VISTO		APPROVATO				
REV A		03/2024		PRIMA EMISSIONE						ETS		N. Romano		M. Cugini		G. Parietti				
REV B		06/2024		INTEGRAZIONE A SEGUITO PAU						ETS		N. Romano		M. Cugini		G. Parietti				

**SOTTOSERVIZI
INQUADRAMENTO GENERALE
ELABORATI GENERALI**

Relazione tecnica

Giugno 2024

5.5 GAS METANO

Per l'individuazione planimetrica delle reti di distribuzione gas presenti in corrispondenza delle aree d'intervento, siano esse interferenti o meno si rimanda agli elaborati di progetto da FL42-D-E-SS-GG-01-SOT-PF-01 a FL42-D-E-SS-GG-01-SOT-PF-13.

Per maggior dettaglio circa la risoluzione delle interferenze si rimanda all'elaborato FL42-D-E-SS-GG-02-SOT-PL-03 "Book gasdotti e oleodotti - schede risoluzione interferenze e sezioni tipologiche".

5.5.1 SNAM

Nell'area del nuovo deposito tranviario è presente la tubazione SNAM del gasdotto Firenze-Prato.

Si tratta di una condotta in acciaio DN 400 in alta pressione a 24 bar che corre parallelo ad ovest della piattaforma autostradale.

La posizione della condotta SNAM, individuata con il codice GAP001 nell'elenco interferenze, è stata individuata sulla base del picchettamento e rilievo topografico eseguito nel PFTE. Il franco sopra la tubazione è di circa 120 cm rispetto all'attuale piano di campagna.

L'andamento della tubazione taglia trasversalmente la linea tranviaria e le strutture di fondazione del muro di contenimento del rilevato.

Il progetto strutturale dei muri di contenimento del terrapieno, ha tenuto conto della presenza della condotta e la fondazione in questo tratto, è stata contenuta in altezza in modo da non interferire direttamente con la tubazione del gasdotto.

In accordo con l'Ente gestore, l'ipotesi di risoluzione dell'interferenza è quella di incamiciare la tubazione esistente con foderò in acciaio DN 550 (22"), questo anche per garantire la continuità del servizio e permettere eventuali successivi interventi di manutenzione.

In considerazione della particolarità dell'intervento, il progetto di risoluzione e l'esecuzione delle opere sarà eseguito dall'Ente Gestore.

5.5.1.1 Dati di esercizio SSE Deposito

Nel presente paragrafo si riportano le informazioni generali inerenti al sistema di alimentazione ed i dati specifici di esercizio della SSE-D di deposito.

Per garantire una distribuzione uniforme delle reti di alimentazione elettrica sono previste n.4 SSE (sottostazioni elettriche di conversione) così distribuite:

- SSE Campania: trattasi di nuova SSE, posta al progressivo km 0+850, che alimenterà le fermate Navi di Brozzi, Campania e Abruzzi. Rappresenta il punto di interconnessione in media tensione con l'ultima SSE della tratta 4.1
- SSE Deposito: trattasi di nuova SSE, posta al progressivo km 1+600, che alimenterà la fermata San Donnino. La SSE verrà ubicata nell'ambito dell'area di deposito
- SSE Castagno: trattasi di nuova SSE, posta al progressivo km 3+050, che alimenterà le fermate Pistoiese, Castagno e Repubblica
- SSE Palagetta: trattasi di nuova SSE, posta al progressivo km 4+600, che alimenterà le fermate Racchio, Palagetta, Giordano Bruno e Rucellai

Presso la SSE Palagetta è previsto il punto di consegna dell'energia a 15 kV del gestore di rete e quindi è previsto il dispositivo generale (DG+PG) in accordo alla norma CEI 0-16.

SOTTOSERVIZI
INQUADRAMENTO GENERALE – ELABORATI GENERALI
Relazione tecnica

Dalla SSE Palagetta l'energia verrà distribuita a tutte le altre SSE (nonché alla cabina MT/BT del deposito) tramite un anello di media tensione a 15 kV. Trattasi in realtà di un radiale entra-esci tra le varie SSE. Il collegamento ad anello (aperto) sarà completato con l'interconnessione all'ultima SSE della tratta 4.1.

Il collegamento tra le SSE sarà realizzato, in analogia alle altre tratte del sistema tranviario, con un cavo tripolare elicordato con tensione nominale 12/20 kV e formazione 3x240 mmq.

Dal quadro MT di ogni SSE parte l'alimentazione per il gruppo di conversione, costituito da un trasformatore a doppio secondario di potenza 1900kVA e da un raddrizzatore di potenza 1500kW. Ciascuna SSE sarà caratterizzata da due alimentatori.

Il raddrizzatore fa parte del quadro in corrente continua di tipo blindato, insieme agli alimentatori costituiti da interruttori extrarapidi.

Ciascuna nuova SSE sarà dimensionata per i seguenti carichi elettrici:

- Potenza massima richiesta dal sistema di trazione elettrica del tratto di pertinenza della SSE (circa 500 kW)
- Potenza massima richiesta dal sistema di trazione elettrica di metà del tratto precedente (o successivo), in caso di guasto della relativa SSE (circa 250 kW). Tale criterio permette di accettare il fuori servizio di una SSE poiché quelle immediatamente prima e dopo possono prendere in carico il sistema di TE senza problematiche
- Potenza massima richiesta dalle utenze di bassa tensione del tratto di pertinenza della SSE (variabile in relazione alle fermate di pertinenza, si rimanda al capitolo 4)

Si considera, inoltre, la potenza a servizio degli impianti bt del deposito, pari a circa 721 kW (come desumibile dalla specifica relazione di calcolo).

Di conseguenza la potenza di allacciamento dell'intera tratta 4.2 presso la SSE Palagetta è di seguito riassunta:

Utenza	P [kW]
SSE Campania – impianti TE	500
SSE Deposito – impianti TE	500
SSE Castagno – impianti TE	500
SSE Palagetta – impianti TE	500
SSE Campania – impianti BT	58,9
SSE Deposito – impianti BT	46,4
SSE Castagno – impianti BT	77,5
SSE Palagetta – impianti BT	91,6
Cabina MT/BT deposito	721
TOTALE	2995,4

Si considera una fornitura in Media a Tensione a 15 kV, per una potenza di allacciamento di **3 MW**.

Caratteristiche del sistema di Media Tensione

Con riferimento alle specifiche tecniche di fornitura, i parametri tecnici della rete MT sono i seguenti:

- Tensione nominale: 17,5 kV
- Tensione di esercizio: 15 kV ($\pm 10\%$)

SOTTOSERVIZI
INQUADRAMENTO GENERALE – ELABORATI GENERALI
Relazione tecnica

- Frequenza nominale: 50 Hz
- Sistema elettrico: categoria II: tensione nominale da oltre 1000 V in corrente alternata od oltre 1500 V in corrente continua, fino a 30000V
- Regime di neutro: compensato
- Corrente di corto circuito simmetrico trifase presunta nel punto di consegna: 12,5 kA
- Corrente di guasto monofase a terra $I_f = 50 \text{ A (*)}$
- Tempo di eliminazione del doppio guasto monofase a terra: $t = 10 \text{ secondi (*)}$

I parametri identificati con () sono quelli standard per la tipologia di neutro compensato e dovranno essere confermati in sede di richiesta di allacciamento presso la SSE Palagetta in modo da definire i valori ammessi di R_t e le corrette tarature delle protezioni in MT per il relè di protezione generale (PG) in accordo con le specifiche di cui alla Norma CEI 0-16.*

Caratteristiche dei sistemi di Bassa Tensione - Rete Normale

Il sistema di bassa tensione per alimentare le utenze luce/FM di ogni SSE e le utenze di linea fa capo ai trasformatori ausiliari TRSA di ogni SSE i cui parametri sono i seguenti:

- Tensione nominale: 400/230V
- Frequenza nominale: 50Hz
- Fasi: 3+neutro
- Sistema elettrico: categoria I: tensione nominale da oltre 50 V fino a 1000 V in corrente alternata e da oltre 120 V fino a 1500 V in corrente continua
- Regime di neutro TN-S

Caratteristiche dei sistemi di Bassa Tensione - Rete privilegiata

In ogni SSE è previsto un gruppo statico di continuità (UPS) a servizio di tutte le utenze privilegiate di SSE e di linea, ovvero le utenze alle quali sarà garantita l'alimentazione in continuità assoluta, senza interruzione anche al mancare della rete primaria di energia.

I sistemi a valle dei vari UPS avranno le seguenti caratteristiche generali:

- Tensione nominale: 400/230V
- Frequenza nominale: 50Hz
- Fasi: 3+neutro
- Sistema elettrico: categoria I: tensione nominale da oltre 50 V fino a 1000 V in corrente alternata e da oltre 120 V fino a 1500 V in corrente continua
- Regime di neutro (tramite batterie) IT (provvisorio, limitato al tempo di funzionamento)
- Autonomia al carico effettivo 60 minuti

Quadri MT sottostazioni

N.1 quadro blindato MT, costituito da n.2 unità di interconnessione (entra-esci), uno scomparto misure, un'unità di protezione per il trasformatore di potenza (TR1) ed un'unità di protezione del trasformatore dei servizi ausiliari (TRSA). Sarà previsto lo spazio per futura installazione di un ulteriore unità di protezione trasformatore di potenza (TR2).

Per la SSE Palagetta sarà prevista n.1 unità per arrivo da Ente fornitore (con dispositivo e protezione generale DG+PG conformi CEI 0-16) e n.1 unità di interconnessione anziché n.2 unità come per altre SSE.

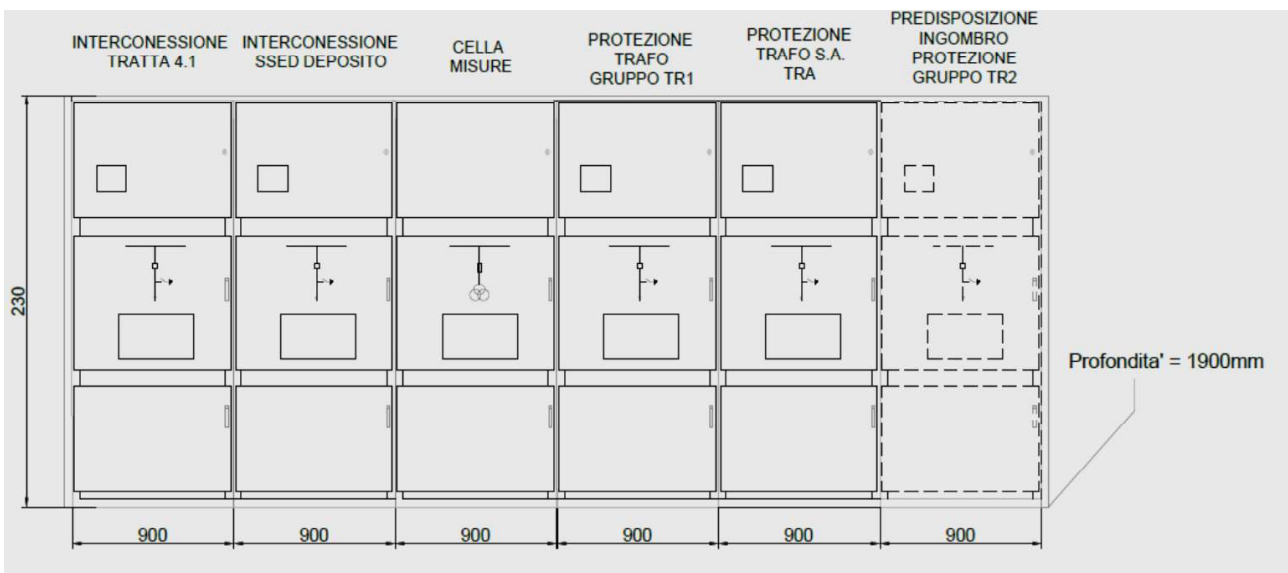
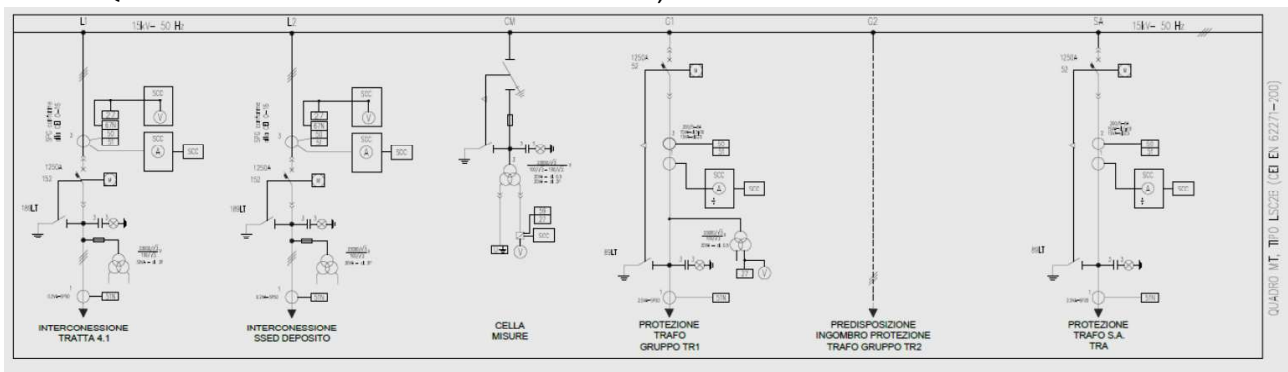
Composizione quadro QMT TIPICO di SSE

Riferimenti normativi:

- CEI EN 62271-200

SOTTOSERVIZI
INQUADRAMENTO GENERALE – ELABORATI GENERALI
Relazione tecnica

- CEI EN 62271-100
- CEI EN 62271-1
- CEI EN 62271-102
- CEI EN 62271-103
- CEI EN 62271-105
- CEI EN 62271-206
- CEI EN 62271-304
- CEI EN 60255
- CEI EN 61869-2
- CEI EN 61869-3
- CEI EN 60044-4
- CEI 0-16
- Quadro conforme alle norme sismiche IEEE693, CEI EN 60068-3-3



Specifiche tecniche quadro QMT TIPICO di SSE

Quadro isolato in aria, a tenuta d'arco interno, LSC2B, 16 kA x 1s

- | | |
|---|----------|
| ▪ Tensione nominale | 24 kV |
| ▪ Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale 50Hz / 1min valore efficace | 50 kV |
| ▪ Tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico 1,2 / 50 microS valore di picco | 125 kV |
| ▪ Tensione di esercizio | 15 kV |
| ▪ Frequenza nominale | 50/60 Hz |

SOTTOSERVIZI
INQUADRAMENTO GENERALE – ELABORATI GENERALI
Relazione tecnica

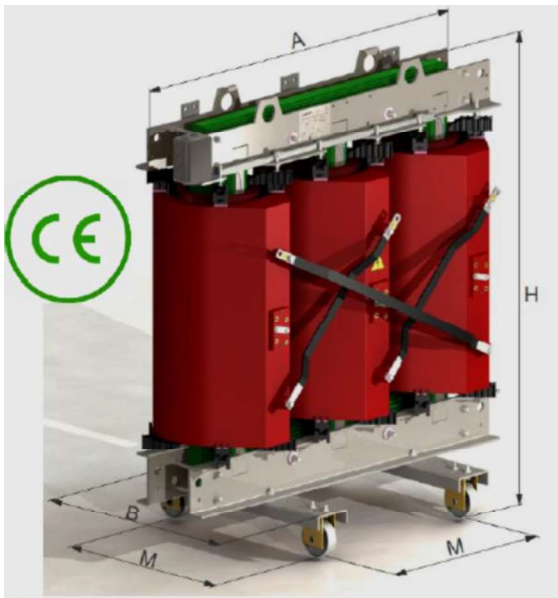
▪ N° fasi	3
▪ Corrente nominale delle sbarre principali	630 A
▪ Corrente nominale max delle derivazioni	630 A
▪ Corrente nominale ammissibile di breve durata	16 kA
▪ Corrente nominale di picco	40 kA
▪ Potere di interruzione degli interruttori alla tensione nominale	16 kA
▪ Durata nominale del corto circuito	1 secondo
▪ Tensione nominale degli ausiliari di comando, controllo e motorizzazione	110 Vcc
▪ Tensione nominale degli ausiliari anticondensa ed illuminazione	230 Vac
▪ Larghezza	2268 mm
▪ Altezza	4500 mm
▪ Profondità	1900 mm.

Trasformatori servizi ausiliari SSE

I trasformatori MT/BT per i servizi ausiliari di SSE e per l'alimentazione delle utenze bt di linea saranno del tipo isolati in resina, di potenza 160 kVA, con un livello di efficienza energetica AA0Ak, ovvero conforme al regolamento Ecodesign UE 548/2014 fase 2 in merito alle perdite a vuoto.

Saranno in esecuzione IP00 installati nei rispettivi locali tecnici di SSE, con porta di accesso munita di serratura con chiave inanellata con il sezionatore di terra dell'unità di protezione di ogni quadro QMT.

Specifiche tecniche trasformatori:



Potenza sistema di raffreddamento a vuoto (W)				
Indice di efficienza di picco (PEI)				
Smaltimento calore (m³/60s)				
10				
Rendimenti				
Carico (%)	100%	75%	50%	25%
Cos φ 1	98,150	98,481	98,738	98,694
Cos φ 0,95	98,053	98,401	98,671	98,625
Cos φ 0,9	97,944	98,313	98,597	98,549
Cos φ 0,8	97,688	98,102	98,422	98,367
Caduta di tensione				
Carico (%)	100%	75%	50%	25%
Cos φ 1	1,792	1,313	0,854	0,417
Cos φ 0,95	3,471	2,580	1,705	0,845
Cos φ 0,9	4,081	3,042	2,015	1,001
Cos φ 0,85	4,506	3,364	2,232	1,111
Cos φ 0,8	4,832	3,611	2,399	1,196

SOTTOSERVIZI
INQUADRAMENTO GENERALE – ELABORATI GENERALI
Relazione tecnica

Caratteristiche Nominali			A
Quantità	N°		--
Applicazione - Contenuto armonico			Distribuzione - < 5%
Regolamento UE 548/2014 e 2019/1783			AA0AK
Codice Modello			160-AA-17
Classi ambientali, climatiche e di comportamento al fuoco - CESI cert. B0005487			E3 - C2 - F1
Potenza nominale in servizio continuo	kVA		160
Frequenza	Hz		50
Tensione nominale primaria	V		15.000
Regolazione primaria	%		± 2 x 2,5
Tensione secondaria a vuoto	V		400
Materiale conduttore			Al / Al
Protezione avvolgimento (Prim / Sec)			Inglobato / Impregnato
Installazione			Interna
Tipo di raffreddamento			AN
Classe di isolamento	Prim	kV	17,5- 38- 95
Classe di isolamento	Sec	kV	1,1 - 3
Gruppo vettoriale			Dyn11
Connessione	Prim		Triangolo
Connessione	Sec		Stella + Neutro
Classe isolamento (Prim / Sec)			F - F
Temperatura ambiente massima	°C		40
Sovratemperature (Prim-Sec-Nucleo)	K		100 - 100 - 100
Altitudine	m		≤ 1000
Garanzie riferite al rapporto	kV		15 / 0,4
Livello scariche parziali	pC		≤ 10
Perdite a Vuoto	Toll. +0%	W	360
Perdite a Carico (120°C)	Toll. +0%	W	2.600
Tensione di cortocircuito (120°C)	%		6
Corrente a vuoto	%		1,9
Livello Acustico (Lpa - Lwa)	Toll. +0	dBA	47 - 53
Dimensioni Trafo (A x B x H)	mm		1280 x 700 x 1210
Peso trafo	Kg		950
Grado di protezione Box	IP		
Colorazione Box	RAL		
Dimensioni Box	mm		
Peso Box :	Kg		
Interasse carrello (M x M)	mm		520 x 520

Quadri elettrici di bassa tensione

Per l'alimentazione delle utenze ausiliarie di ogni SSE e di linea è prevista la fornitura e posa in opera di un quadro elettrico, denominato QGBT, che verrà collocato all'interno del locale quadri, disposto secondo le indicazioni degli elaborati di progetto allegati.

Il quadro verrà alimentato con linea in cavo derivata dal trasformatore TRSA.

Il quadro sarà suddiviso in 2 distinti scomparti, a seconda della tensione nominale presente ovvero:

Scomparto c.a., con tensione nominale 230/400V derivata dal trasformatore ausiliario. Sarà prevista anche una sezione dedicata, alimentata dall'UPS di SSE, per le utenze privilegiate (alimentazione in continuità assoluta). Tali utenze sono di seguito identificate:

- impianti TLC e segnalamento di SSE
- impianti di telecomando e telecontrollo di SSE
- impianti TLC di fermata
- impianti di telecomando e telecontrollo di fermata
- impianti semaforici lungo la linea

Scomparto c.c., con tensioni nominale 110/24V derivate dal gruppo soccorritore-caricabatterie

Il quadro sarà realizzato in forma di segregazione 2a, con accessibilità sui 3 lati.

SOTTOSERVIZI
INQUADRAMENTO GENERALE – ELABORATI GENERALI
Relazione tecnica

Sarà costituito da una struttura (armadio), adatta per installazione a basamento, costruita in lamiera elettrozincata e verniciata, con robusti profilati per il sostegno delle apparecchiature, completa di ogni accessorio di carpenteria per la perfetta esecuzione a regola d'arte.

Dati tecnici e dimensionali

▪ Tensione di isolamento	690 V
▪ Tensione di esercizio	400 V
▪ Corrente nominale nelle sbarre	250 A
▪ Corrente di corto circuito	15 kA
▪ Frequenza	50/60 Hz
▪ Tensione ausiliaria	230 Vac – 110 Vdc – 24 Vdc
▪ Sistema di neutro	TN-S
▪ Sbarre	3F+N
▪ Materiale	Lamiera 15-15/10
▪ Resistenza meccanica	IK 08
▪ Verniciatura esterna	RAL 9003
▪ Forma di segregazione	2a
▪ Grado di protezione esterno (IP)	31
▪ Grado di protezione interno (IP)	20
▪ Larghezza del quadro	3956 mm
▪ Altezza del quadro	2100 mm
▪ Profondità del quadro	465 mm.

Per ulteriori dettagli, si rimanda ai seguenti elaborati facenti parte del progetto definitivo:

- FL42-D-E-IE-AE-00-SS0-RT-01-A - Relazione Tecnica impianto di alimentazione elettrica;
- FL42-D-E-IE-AE-00-SS0-RT-02-A - Relazione di calcolo dimensionamento e coordinamento linee;

5.5.2 TOSCANA ENERGIA

Dalla verifica eseguita con l'Ente Gestore, risultano interferenze con i gasdotti di bassa e media pressione di pertinenza di Toscana Energia. Si tratta in tutti i casi evidenziati di interferenze trasversali rispetto al tracciato della linea tranviaria.

Si segnala l'interferenza con una cabina di riduzione nei pressi della variante nord alla Pistoiese vicino al sottopasso autostradale (codice interferenza GMP002).

La risoluzione di questa interferenza prevede lo spostamento del manufatto in adiacenza all'esistente in modo da limitare gli interventi sulle condotte MPA e MPB già presenti a servizio del gruppo esistente.

In considerazione della particolarità dell'intervento, il progetto di risoluzione di questa interferenza e l'esecuzione delle opere impiantistiche, sarà eseguito dall'Ente Gestore.

5.5.2.1 Specifiche tecniche di posa

Per le specifiche di posa si rimanda al paragrafo dedicato del capitolo 4 "Specifiche tecniche" del presente documento e comunque devono essere rispettate tutte le prescrizioni dell'Ente Gestore.